



تعمیرات اسکله‌های شمع و عرشه بتن مسلح

تعمیرات اسکله‌های بندر بوشهر»

نویسندگان

مهندس حمیدرضا حسینی؛ کارشناس ارشد سازه‌های دریایی، مدیر پروژه‌های انبارت - مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران

مهندس سعید رادفر؛ کارشناس عمران، سرپرست نظارت مقیم مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران

تهیه کننده

شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران

انتشارات ناب محار

بهار ۱۳۹۶

سرشناسه	:	حسنلی، حمیدرضا، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	تعمیرات اسکله‌های شمع و عرشه بتن مسلح «تجربیات تعمیرات اسکله‌های بندر بوشهر» / نویسندگان حمیدرضا حسنلی، سعید رادفر؛ تهیه‌کننده شرکت مهندسين مشاور سازه‌پردازی ایران؛ ویراستار فنی احسان امامی‌فردنائینی.
مشخصات نشر	:	تهران: ناب‌نگار، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	۱۱۶ ص.: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۹۵۷۴۰-۱-۸: ۱۸۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	سازه‌های دریایی -- ایران -- بوشهر -- نگهداری و تعمیر
موضوع	:	Offshore structures -- Iran -- Bushehr -- Maintenance and repair
موضوع	:	سازه‌های دریایی -- ایران -- بوشهر -- طرح و ساختمان
موضوع	:	Offshore structures -- Iran -- Bushehr -- Design and construction
شناسه افزوده	:	رادفر، سعید، ۱۳۵۳ -
شناسه افزوده	:	امامی فرد نائینی، احسان، ۱۳۴۸ -، ویراستار
شناسه افزوده	:	شرکت مهندسين مشاور سازه پردازی ایران
رده بندی کنگره	:	TC۱۶۶۵/ج۵۳۷ ۱۱۹۶
رده بندی دیویی	:	۶۲۷/۹۸۰۹۵ ۶۴۲۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۷۴۸۰۱

نام کتاب: تعمیرات اسکله‌های شمع و عرشه بتن مسلح «تجربیات تعمیرات اسکله‌های بندر بوشهر»

نویسندگان: مهندس حمیدرضا حسنلی و مهندس سعید رادفر

تهیه‌کننده: شرکت مهندسين مشاور سازه پردازی ایران

ویرایش فنی: مهندس احسان امامی‌فردنائینی

ویرایش ادبی و صفحه‌آرایی: محبوبه اصغرپور

چاپ اول: بهار ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۵۷۴۰-۱-۸

ناشر: ناب‌نگار

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رامتین ۶۶۴۰۳۱۱۱

نشانی: تهران خیابان کردستان، خیابان بیستم (شهید ابطحی) شماره ۶، شرکت مهندسين مشاور سازه‌پردازی ایران

تلفن: ۵-۸۸۶۳۵۸۵۰-۵، شماره: ۸۸۶۳۲۱۹۰

نشانی اینترنتی: www.sazehpardazi.com

فصل اول : کلیات

۱-۱ محدوده کاری پروژه ۱۴

۲-۱ تجهیز کارگاه و تهیه و نصب سکوی ایمن کار ۱۴

فصل دوم : تعمیر شمع های بتنی

۱-۲ تعیین محدوده خرابی و تخریب ۱۸

۲-۲ تعویض یا اصلاح و زنگ زدائی آرماتورها ۲۰

۳-۲ اشباع و سستشوی سطح بتن پایه و آرماتورها ۲۰

۴-۲ قالب بندی ۲۱

۵-۲ سوراخ کاری روی عرشه ۲۲

۶-۲ بتن ریزی ۲۲

۱-۶-۲ معرفی بتن خودتراکم (Self Compacting Concrete) ۲۲

۱-۶-۲-۱ مقدمه ۲۲

۲-۶-۲-۱ تاریخچه ۲۳

۳-۶-۲-۱ مزایا ۲۳

۴-۶-۲-۱ آزمایش های رایج بتن خودتراکم ۲۴

۱-۶-۲-۱-۴-۱ آزمایش قیف V شکل (V-Funnel Test) ۲۴

۲-۶-۲-۱-۴-۱-۲ آزمایش جریان اسلامپ (Slump Flow Test) و ... ۲۴

۲-۶-۲-۱-۴-۱-۲ اجرای بتن ریزی شمع ها ۲۵

۳-۶-۲-۱-۴-۱-۲ عمل آوری ۲۷

۴-۶-۲-۱-۴-۱-۲ ضوابط کنترلی بتن ۲۷

۱-۶-۲-۱-۴-۱-۲ آزمایش جریان اسلامپ، آزمایش جریان اسلامپ T50 ۲۷

۲-۶-۲-۱-۴-۱-۲ آزمایش مقاومت فشاری ۲۸

۳-۶-۲-۱-۴-۱-۲ آزمایش کنترل نفوذ یون کلر ۲۹

۴-۶-۲-۱-۴-۱-۲ آزمایش pull off یا مقاومت همبند ۲۹

فصل سوم: تعمیر دال زیر عرشه

- ۳-۱ تعیین محدوده خرابی و تخریب ۳۴
- ۳-۲ تعویض یا اصلاح و زنگ زدایی آرماتورها ۳۵
- ۳-۳ تمیزکاری و اشباع سطوح ۳۶
- ۳-۴ سوراخ کاری جهت خروج هوا و بتن ریزی ۳۶
- ۳-۵ قالب بندی ۳۷
- ۳-۶ بتن ریزی ۳۸
- ۳-۶-۱ اجرای بتن ریزی ۳۸
- ۳-۶-۲ مل آوری ۳۸
- ۳-۶-۳ ضوابط کنترلی ۳۸
- ۳-۶-۳-۱ آزمایش مقاومت کشش (Pull Out) ۳۹
- ۳-۶-۳-۲ مشکلات اجرایی در بتن خودتراکم دال زیر عرشه و روش های حل آن ها ۴۰
- ۳-۶-۳-۳ شرحی بر انجام آزمایش فیف V ۴۴
- ۳-۷ اجرای پوشش حفاظتی با سربلن سیمان ۴۴

فصل چهارم: تعمیر پیشانی و روی عرشه

- ۴-۱ ترمیم پیشانی اسکله سمت ساحل و سمت دریا ۴۸
- ۴-۲ تهیه و نصب کاراستا پرهای بتنی پیش ساخته ۴۹
- ۴-۳ تعمیر کانال تأسیساتی ۵۱
- ۴-۴ تعمیر اساسی روی عرشه ۵۲
- ۴-۴-۱ تخریب سطح عرشه ۵۲
- ۴-۴-۲ آرماتوربندی سطح عرشه ۵۳
- ۴-۴-۳ تمیزکاری نهایی سطح عرشه و اشباع آن ۵۴
- ۴-۴-۴ بتن ریزی سطح عرشه ۵۴
- ۴-۴-۴-۱ روش تخریب و تعمیر کامل مقطع (Full Section) ۵۵
- ۴-۴-۴-۲ آزمایش های کنترلی بتن و عمل آوری ۵۸
- ۴-۴-۵ ایجاد درزهای انبساط و اجرای ماستیک در محل درزها ۵۸

فصل پنجم: تعمیرات سازه های فلزی اسکله

- ۵-۱ تعمیرات اساسی سیستم ضربه گیرها (فندرینگ) ۶۲

- ۶۲ ۱-۱-۵ ضربه گیرهای اصلی
- ۶۲ ۱-۱-۵ ساخت فندره‌های SUC 1000H-RE به همراه فرانتال فریم ...
- ۶۳ ۲-۱-۵ تعمیر ساپورت فندرها
- ۶۵ ۳-۱-۵ نصب فندره‌های SUC 1000 H-RE به همراه فرانتال فریم ...
- ۶۵ ۲-۱-۵ ضربه گیرهای فرعی (میانی)
- ۶۶ ۲-۵ ساخت و نصب نردبان‌ها
- ۶۷ ۳-۵ تعمیر بولاردها

فصل ششم: زنگ زدایی و رنگ آمیزی قطعات فلزی و اجرای پوشش Sea Shield

- ۷۰ ۱-۶ رنگ آمیزی قطعات فلزی
- ۷۰ ۱-۱-۶ زنگ زدایی و رنگ آمیزی شمع‌ها و ساپورت فندره‌های اصلی و میانی
- ۷۲ ۲-۱-۶ الحاقات فلزی
- ۷۳ ۳-۱-۶ ترمیم رنگ (TOUCH UP)
- ۷۳ ۲-۶ رنگ زدایی و رنگ آمیزی تراست‌ها و بیشانی اسکله
- ۷۳ ۳-۶ اجرای پوشش محافظ (Sea Shield) بر روی شمع‌های اسکله ۶
- ۷۴ ۱-۳-۶ مزایای استفاده از پوشش حفاظتی Sea Shield
- ۷۴ ۲-۳-۶ معرفی سیستم حفاظتی Sea Shield
- ۷۴ ۱-۲-۳-۶ پوشش محافظ از نوع Denso Paste S 105
- ۷۴ ۲-۲-۳-۶ پوشش محافظ از نوع Marine Piling Tape
- ۷۴ ۳-۲-۳-۶ لایه محافظ بیرونی
- ۷۴ ۳-۳-۶ مراحل اجرا
- ۷۴ ۱-۳-۳-۶ آماده سازی سطح
- ۷۵ ۲-۳-۳-۶ اعمال گریس مخصوص دریایی Denso S105 Paste
- ۷۵ ۳-۳-۳-۶ اعمال ماستیک بر روی زائده‌های فلزی فوقانی شمع‌ها
- ۷۶ ۴-۳-۳-۶ عملیات نواریجی روی سطح فولادی شمع‌ها
- ۷۶ ۵-۳-۳-۶ اعمال لایه محافظ بیرونی در بالای سطح شمع‌ها
- ۷۷ ۶-۳-۳-۶ اعمال لایه محافظ بیرونی

پیوست ۱: گزارش آزمون فندره‌های SUC 1000 H-RE

۸۲	۱- کلیات
۸۲	۲- هدف از بازدید
۸۲	۳- مشخصات فندر
۸۴	۴- شرح بازدید

پیوست ۲: گزارش آزمون ذرات مغناطیسی (MT) بر روی جوش‌های فرانتال فریم فندره‌های اسکله

۹۲	۱- کلیات
۹۲	۲- هدف از بازدید
۹۲	۳- شرحی بر آزمون ذرات مغناطیسی (MT)
۹۳	۴- انجام آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) بر روی فرانتال فریم‌های فندرها
۹۴	۵- تمیزکاری و پاک کردن گره‌های طعنه از مواد آزمون
۹۴	۶- مراحل انجام آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) بر روی جوش فرانتال فریم‌های ...

پیوست ۳: جدول خلاصه نتایج آزمایش‌های بتن‌ها

۱۰۰	نتایج آزمایش‌های بتن خودتراکم شمع‌ها
۱۰۲	نتایج آزمایش Pull off در شمع‌ها (مقاومت هم‌بند)
۱۰۳	نتایج آزمایش‌های بتن خودتراکم دال زیر عرشه
۱۰۴	نتایج آزمایش مقاومت کشش آرماتورهای عصبایی (Pull out)
۱۰۵	نتایج آزمایش Pull off در دال زیر عرشه (قبل از اصلاح)
۱۰۶	طرح اختلاط بتن شاتکریت
۱۰۷	نتایج آزمایش Pull off در بتن شاتکریت پس از اصلاحات
۱۰۸	نتایج آزمایش Pull off در بتن خودتراکم پس از اصلاحات
۱۰۹	طرح اختلاط بتن خودتراکم دال‌ها قبل از بهبود
۱۱۰	طرح اختلاط بتن خودتراکم دال‌ها پس از بهبود
۱۱۱	مقایسه مزایای بتن شاتکریت و بتن خودتراکم در تعمیر اسکله‌ها
۱۱۳	منابع

پیشگفتار

به جرات می‌توان گفت، بعد از دانشگاه‌ها و موسسات پژوهشی، مهندسين مشاور بیشترین نقش را در پیش‌برد دانش مهندسی دارند. قبول دارم اگر بگویند «ولی این نقش را درست بازی نمی‌کنند». شاید هزاران دلیل بتوان برای این عدم ایفای صحیح نقش بیان کرد. مشکلات اقتصادی، درگیری‌های روزمره، تعهدات سنگین در برابر آکان‌ها و سازمان‌های مالی دولتی (که اعصاب پولادین می‌خواهد) و الی آخر. اما آنچه کاملاً مشخص است، حتی با تمام این گرفتاری‌ها، مطمئناً از هر مشاوره‌ای جویا شوید، آموختن و آموزش دادن را دوست دارد. البته که هستند مشاورینی که حتی با تمام گرفتاری‌ها، نسبت به نشر تجارب خود اهتمام داشته و دارند.

پر واضح است که در این مقوله نسبت انتشار تجارب در مورد تخصص‌های ویژه اهمیت دو چندانی دارد. سازه‌های دریایی در کشور ما از این گونه تخصص‌هاست.

در کشور ایران، علی‌رغم دارا بودن بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر ساحل، تخصص سازه‌های دریایی به اندازه دیگر تخصص‌ها فراگیر نشده و دانشگاه‌های کشور هم اکنون چیزی حدود ۱۰ سال است که تدریس در این زمینه را شروع کرده‌اند. همچنین تعداد مشاورینی که در این زمینه به کار مشغول‌اند، با اختلاف فاحشی، بسیار کمتر از مشاورین شاغل در دیگر زمینه‌ها هستند.

مهندسين مشاور سازه پردازی ایران نیز به فراخور تخصص‌ها و تخصصی که در خلال سال‌های متمادی به‌دست آورده است، تلاش می‌کند گوشه‌ای از این وظیفه را انجام دهد و به خصوص به عنوان مشاور مطرح در سازه‌های دریایی، سعی دارد تجربیات خود در این مورد را در اختیار جامعه دانشگاهی و دانش‌پژوهان قرار دهد.

جدای از بحث طراحی سازه‌های دریایی، نگهداری از این سازه‌ها به عنوان سرمایه‌های ارزشمند یک کشور، بسیار با اهمیت است. به دلیل شرایط جوی که این گونه سازه‌ها در آن قرار دارند، آسیب‌های بیشتری متوجه آن‌ها است و لازم است برای تعمیرات آن‌ها روش‌های مهندسی کارآمد و مقرون به‌صرفه بکار رود.

نوشتاری که در دستان شماست، حاوی تجارب ارزشمندی است که از طراحی روش ترمیم اسکله‌های یکی از مهم‌ترین بنادر کشور، بندر بوشهر و همچنین روش‌هایی که در حین اجرا اندیشیده شده، به‌دست آمده است. این روش‌ها به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شده‌اند که پایداری اسکله‌ها با مشکلی روبه‌رو نشود. خواندن این کتاب به دانشجویان رشته سازه‌های دریایی و مشاوران و پیمانکاران شاغل در این صنعت قابل

توصیه است و تمام امید نگارنده این است که شاید گفتار این کتاب، کردار مناسبی باشد برای دیگر کارهای مشابه در کشور عزیزمان.

و در پایان، باید که به سیاق بندگان، سپاس بزرگان بجای آورد. قطعاً اعتماد کارفرمایان فهیم و دستان پرتوان پیمانکاران اساتید بااعتماد موفقیت طرح‌های مشاوران می‌گردد.

لازم است از سازان بنادر دریانوردی و به‌خصوص اداره مهندسی عمران، از اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر، آقای مهندس: راستاد و بنچاری، از معاونت محترم مهندسی اداره مذکور آقای مهندس قاسمیان، مدیر محترم پروژه کارفرما آقای مهندس هادی بنچاری، از مدیریت محترم شرکت ساراب سازان و همچنین از زحمات آقای دکتر محسن تدین، مشاور عالی پروژه قدردانی کنم و برای همه عزیزان لذت آموختن و بکار بستن آرزومندم.

مسعود زرین قلم

میر علی مهندسین مشاور سازه پردازی ایران

دیباچه

احداث سازه‌های دریایی و از جمله اسکله‌ها در سطح دنیا به دلیل دشواری زیاد عملیات اجرایی همواره با هزینه و چالش فراوان همراه بوده است. با توجه به محدودیت منابع مالی در کشور، تعمیر و نگهداری از سازه‌های موجود به عنوان یکی از زیرساخت‌های توسعه کشور در جهت افزایش عمر بهره‌برداری و حفظ سرمایه‌های ملی می‌بایست به عنوان یک اصل مدنظر قرار گیرد و در این راستا سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران نیز در چند سال اخیر تعمیر و نگهداری از سازه‌های موجود و از جمله اسکله‌ها را به عنوان اولویت خود قرار داده است.

طراحی روش تعمیر یک سازه مورد به دست به مراتب پیچیده‌تر از طراحی برای ساخت یک سازه جدید است. این موضوع در مورد سازه‌های دریایی که در معرض شرایط جزر و مدی روزانه (در خلیج فارس و دریای عمان) و امواج دریا واقع می‌باشند، پیچیدگی دوچندان خواهد داشت. از طرف دیگر چنانچه لازم باشد عملیات تعمیر در حین بهره‌برداری از بندر انجام شود، کار طراح سخت‌تر شده و باید تمام ملاحظات بهره‌برداری، ضرایب اطمینان و ریسک‌های لازم را در نظر داشته باشد.

تعمیرات اساسی اسکله‌های ۴ و ۵ و ۶ بندر بوشهر یکی از این پروژه‌ها است و با این رویکرد فرایند مطالعه، طراحی و نظارت آن به عهده شرکت مهندسین مشاور ساز پردازی ایران سپرده شد. در این بندر به عنوان یکی از مهم‌ترین بنادر کشور، توقف بهره‌برداری زیاد برای انجام عملیات تعمیر به هیچ وجه مجاز نبود و لازم بود با استفاده از تجربیات قبلی در طراحی اسکله‌ها توسط یک مشاور خبره، روش تعمیر به گونه‌ای طراحی شود تا زمان خارج شدن اسکله‌ها از سرویس‌دهی به حداقل رسید. به دلیل این که به دلیل محدودیت بودجه و شرایط اقتصادی در تعمیر بخش‌های قابل توجهی از پروژه مذکور که به محیط خورنده دریایی نزدیک بود مانند شمع‌ها و دال زیر عرشه از بتن خودتراکم استفاده کرد و جهت اطمینان از اجرای صحیح آن نیز آزمایش‌های خاص این نوع بتن را پیشنهاد نمود. تا قبل از اجرای این پروژه در اکثر پروژه‌های تعمیر اسکله‌ها در کشور جهت بتن‌ریزی از بتن شاتکریت استفاده می‌گردید که این نوع بتن خصوصاً در محیط‌های خورنده دریایی دارای نقاط ضعف زیادی بوده و متأسفانه مبنای کنترل کیفی مناسبی برای این نوع بتن پس از اجرا وجود ندارد.

با توجه به انجام عملیات مذکور و عدم تجربه کافی در اجرای بتن خودتراکم در محیط دریایی، عملیات اجرایی با چالش‌های فراوانی مواجه شد که این امر منجر به کسب تجربیات بسیار ارزشمندی گردید و این شرکت را بر آن داشت که در جهت تحقق رسالت حرفه‌ای خود و با ثبت تجربیات کارگاهی به دست آمده در این پروژه، بتواند گامی هر چند جزئی و ناچیز در جهت بهبود و ارتقاء سطح کیفی و تغییر در روش‌های

قدیمی تعمیرات و جایگزین نمودن آن‌ها با روش‌های جدیدتر بردارد.

پروژه تعمیرات اساسی اسکله‌های ۴ و ۵ و ۶ بندر بوشهر باهدف بازسازی بخش‌های اصلی اسکله‌ها (به طول حدود ۱۰ متر) شامل شمع‌ها، دال‌های زیر عرشه، تعمیر سیستم فندرینگ، پیشانی و روی عرشه و بخش‌های دیگری از اسکله‌ها به‌منظور تعمیر بخش‌های آسیب‌دیده، ارتقاء کیفی سطح بهره‌برداری از آن‌ها، افزایش ضایعاتی، افزایش عمر بهره‌برداری و افزایش تناژ پهلوگیری شناورها تعریف گردید.

شرکت مهندسين مشاور سازه پرنازی ایران از سال ۱۳۹۰ مطالعات اولیه خود را در جهت روش تعمیر، تخمین میزان خرابی‌ها و حجم کلیات تعمیر بر روی اسکله‌ها شروع کرده و گزارش‌های اولیه و جامعی در این خصوص به کارفرمای پروژه سازه پرنازی و دریانوردی استان بوشهر) ارائه نمود که پس از تصویب آن توسط کارفرما و برگزاری مناقصه در نهایت شرکت سازه پرنازی با عنوان پیمانکار پروژه انتخاب گردید. جادارد که از همکاران شرکت، سرکار حاتم مددس کلاهچی و آقایان مهندسین علی عسگری، مهدی کیانیان، منصوری و صفوری قدردانی نماییم.

کتاب حاضر روند انجام این پروژه مهم به عنوان یک نمونه از تعمیرات اسکله‌های شمع و عرشه بتن مسلح، از آغاز مطالعات آن در سال ۱۳۹۰ تا مرحله بهره‌برداری در سال ۱۳۹۸ می‌باشد.